



**PCT**  
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro  
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation 7 : <b>F02M 51/06</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 00/06893</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 10. Februar 2000 (10.02.00)</p>		
<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/01286</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 3. Mai 1999 (03.05.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 33 461.3      24. Juli 1998 (24.07.98)      DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und</p> <p>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): REITER, Ferdinand [DE/DE]; Burgweg 1, D-71706 Markgröningen (DE).</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>(81) Bestimmungsstaaten: BR, IN, JP, KR, RU, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.</p> </td> </tr> </table>			<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/01286</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 3. Mai 1999 (03.05.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 33 461.3      24. Juli 1998 (24.07.98)      DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und</p> <p>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): REITER, Ferdinand [DE/DE]; Burgweg 1, D-71706 Markgröningen (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: BR, IN, JP, KR, RU, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/01286</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 3. Mai 1999 (03.05.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 33 461.3      24. Juli 1998 (24.07.98)      DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und</p> <p>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): REITER, Ferdinand [DE/DE]; Burgweg 1, D-71706 Markgröningen (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: BR, IN, JP, KR, RU, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.</p>			
<p>(54) Title: ELECTROMAGNETICALLY ACTUATABLE VALVE</p> <p>(54) Bezeichnung: ELEKTROMAGNETISCH BETÄTIGBARES VENTIL</p> <p>(57) Abstract</p> <p>The invention relates to an electromagnetically actuatable valve which comprises a specially configured stopping area core/armature (2/27). The valve comprises a component, e.g. the armature (27), which, before depositing a wear-resistant layer, has a spherically curved contour in the area of its face (73) that is opposite the other component (2). Said face constantly extends in an annular manner in a circumferential direction. The valve is especially suited for use in fuel injection systems of mixture-compression spark ignition internal combustion engines.</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Die Erfindung betrifft ein elektromagnetisch betätigbares Ventil, das einen speziell ausgebildeten Anschlagbereich Kern/Anker (2/27) aufweist. Das Ventil besitzt ein Bauteil, z.B. den Anker (27), das vor dem Aufbringen einer verschleißfesten Schicht eine sphärisch gewölbte Kontur im Bereich seiner dem anderen Bauteil (2) gegenüberliegenden Stirnseite (73) besitzt, die sich ringförmig konstant in Umfangsrichtung erstreckt. Das Ventil eignet sich besonders für den Einsatz in Brennstoffeinspritzanlagen von gemischverdichtenden fremdgezündeten Brennkraftmaschinen.</p>				

**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

WO 00/06893

PCT/DE99/01286

5

10

Elektromagnetisch betätigbares Ventil

## Stand der Technik

15

Die Erfindung geht aus von einem elektromagnetisch betätigbaren Ventil nach der Gattung des Hauptanspruchs.

20

Es sind bereits verschiedene elektromagnetisch betätigbare Ventile, insbesondere Brennstoffeinspritzventile bekannt, bei denen verschleißbeanspruchte Bauteile mit verschleißfesten Schichten versehen sind. So ist beispielsweise aus der DE-OS 32 30 844 bekannt, Anker und Anschlagfläche eines Brennstoffeinspritzventils mit verschleißfesten Oberflächen zu versehen. Diese Oberflächen können vernickelt, also mit einer zusätzlichen Schicht versehen sein, oder nitriert, also durch Einlagerung von Stickstoff gehärtet sein.

25

30

In der DE-OS 38 10 826 ist ein Brennstoffeinspritzventil beschrieben, bei dem wenigstens eine Anschlagfläche kugelkalottenförmig ausgeführt ist, um einen äußerst exakten Luftspalt zu erreichen, wobei mittig an der Anschlagfläche ein zusätzlicher Rundkörpereinsatz aus nichtmagnetischem, hochfestem Werkstoff eingesetzt ist. Die beiden kugelkalottenförmigen Anschlagflächen berühren sich genau mittig im Bereich der Ventillängsachse.

35

WO 00/06893

PCT/DE99/01286

- 2 -

Aus der DE-OS 44 21 935 ist schon ein elektromagnetisch betätigbares Ventil bekannt, das einen speziellen Anschlagbereich aufweist. Das Ventil besitzt wenigstens ein Bauteil, den Anker und/oder den Kern, das vor dem Aufbringen einer verschleißfesten Schicht eine keilige Oberfläche hat, die entsprechend einem magnetischen und hydraulischen Optimum jeweils variabel herstellbar ist. Ein durch die Keiligkeit gebildeter ringförmiger Anschlagabschnitt besitzt eine definierte Anschlagflächenbreite bzw. Kontaktbreite, die über die gesamte Lebensdauer konstant bleibt, da ein Anschlagflächenverschleiß bei Dauerbetrieb nicht zu einer Vergrößerung der Kontaktbreite führt.

#### Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße elektromagnetisch betätigbare Ventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat den Vorteil, daß eines der aneinander anschlagenden Bauteile Anker und Kern so gestaltet ist, daß nach dem Erzeugen einer verschleißfesten Oberfläche gewährleistet ist, daß die Anschlagfläche auch nach längerer Betriebszeit nicht durch Verschleiß in unerwünschter Weise vergrößert wird, so daß die Anzugs- und Abfallzeiten des beweglichen Bauteils nahezu konstant bleiben. Das wird dadurch erreicht, daß eines der aneinander anschlagenden Bauteile bereits vor dem Erzeugen der Verschleißfestigkeit eine sphärisch gewölbte Oberfläche besitzt.

Die derart ausgebildeten Bauteile besitzen den Vorteil einer verbesserten Dauerlaufbeständigkeit, da der Anschlag im Bereich einer ringförmigen Berührungslinie in der Flächenmitte ist und nicht an den beschädigungsgefährdeten Kanten.

Die einfache Geometrie der sphärisch gewölbten Stirnfläche ist gut herstellbar und überprüfbar.

WO 00/06893

PCT/DE99/01286

- 3 -

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen elektromagnetisch betätigbaren Ventils möglich.

Besonders vorteilhaft ist es, aufgrund des geringsten Fertigungsaufwandes die sphärische Wölbung der Stirnfläche als Kugelabschnitt bzw. Kugelkalottenabschnitt auszubilden.

Von Vorteil ist es, den Anker mit einer entlang der Ventillängsachse axial bewegbaren Ventilnadel fest zu verbinden, an dem gegenüberliegenden Ende einen Ventilschließkörper anzuordnen, wobei der Ventilschließkörper kugelförmig ausgeformt ist, und den Mittelpunkt zur Bildung der kugelabschnittförmigen Kontur der Stirnfläche am Anker mit dem Abstand des gewünschten Radius in den Mittelpunkt des Ventilschließkörpers zu legen. Auch bei großer sogenannter Rundlaufabweichung des Ventilschließkörpers zum Anker liegt eine recht hohe Toleranzunempfindlichkeit der Anschlagverhältnisse vor.

Mit dieser Ausbildung des Anschlagbereichs wird eine gute hydraulische Anschlagdämpfung erzielt, da durch den relativ großen Radius enge Quetschspalte von  $< 10 \mu\text{m}$  gebildet sind.

#### Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 ein elektromagnetisch betätigbares Ventil in Form eines Brennstoffeinspritzventils, Figur 2 einen vergrößerten Anschlag des Einspritzventils im Bereich von Kern und Anker gemäß Figur 1 mit einer geometrischen Veranschaulichung, Figur 3 ein zweites Beispiel eines erfindungsgemäß

WO 00/06893

PCT/DE99/01286

- 4 -

ausgebildeten Anschlagbereichs und Figur 4 ein drittes Beispiel eines Anschlagbereichs.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

5

Das in der Figur 1 beispielhaft dargestellte elektromagnetisch betätigbare Ventil in der Form eines Einspritzventils für Brennstoffeinspritzanlagen von gemischverdichtenden, fremdgezündeten Brennkraftmaschinen hat einen von einer Magnetspule 1 umgebenen, als Brennstoffeinlaßstutzen dienenden Kern 2, der beispielsweise hier rohrförmig ausgebildet ist. Ein Spulenkörper 3 nimmt eine Bewicklung der Magnetspule 1 auf und ermöglicht in Verbindung mit dem Kern 2 einen besonders kompakten Aufbau des Einspritzventils im Bereich der Magnetspule 1.

15

Mit einem unteren Kernende 9 des Kerns 2 ist konzentrisch zu einer Ventillängsachse 10 dicht ein rohrförmiger metallener Ventilsitzträger 12 beispielsweise durch Schweißen verbunden und umgibt dabei das Kernende 9 teilweise. In dem Ventilsitzträger 12 verläuft eine Längsbohrung 17, die konzentrisch zu der Ventillängsachse 10 ausgebildet ist. In der Längsbohrung 17 ist eine z.B. rohrförmige Ventilnadel 19 angeordnet, die an ihrem stromabwärtigen Ende 20 mit einem kugelförmigen Ventilschließkörper 21, an dessen Umfang beispielsweise fünf Abflachungen 22 zum Vorbeiströmen des Brennstoffs vorgesehen sind, beispielsweise durch Schweißen verbunden ist.

20

25

Die Betätigung des Einspritzventils erfolgt in bekannter Weise elektromagnetisch. Zur axialen Bewegung der Ventilnadel 19 und damit zum Öffnen entgegen der Federkraft einer Rückstellfeder 25 bzw. Schließen des Einspritzventils dient der elektromagnetische Kreis u.a. mit der Magnetspule 1, dem Kern 2 und einem Anker 27. Der Anker 27 ist mit dem dem Ventilschließkörper 21 abgewandten Ende der Ventilnadel

30

35

WO 00/06893

PCT/DE99/01286

- 5 -

19 fest verbunden und auf den Kern 2 ausgerichtet. In das stromabwärts liegende, dem Kern 2 abgewandte Ende des Ventilsitzträgers 12 ist in der Längsbohrung 17 ein zylinderförmiger Ventilsitzkörper 29, der einen festen Ventilsitz aufweist, durch Schweißen dicht montiert.

Zur Führung des Ventilschließkörpers 21 während seiner Axialbewegung entlang der Ventillängsachse 10 dient eine Führungsöffnung 32 des Ventilsitzkörpers 29. Andererseits wird der Anker 27 als Teil der axial beweglichen Ventilnadel 19 im Bereich einer dünnwandigen magnetischen Drosselstelle 42 in der Längsbohrung 17 des Ventilsitzträgers 12 geführt. Der kugelförmige Ventilschließkörper 21 wirkt mit dem sich in Strömungsrichtung kegelstumpfförmig verjüngenden Ventilsitz des Ventilsitzkörpers 29 zusammen. An seiner dem Ventilschließkörper 21 abgewandten Stirnseite ist der Ventilsitzkörper 29 mit einer beispielsweise topfförmig ausgebildeten Spritzlochscheibe 34 konzentrisch und fest, verbunden, die z.B. vier durch Erodieren oder Stanzen ausgeformte Abspritzöffnungen 39 aufweist.

Die Einschubtiefe des Ventilsitzkörpers 29 mit der topfförmigen Spritzlochscheibe 34 bestimmt die Einstellung des Hubs der Ventilnadel 19. Dabei ist die eine Endstellung der Ventilnadel 19 bei nicht erregter Magnetspule 1 durch die Anlage des Ventilschließkörpers 21 am Ventilsitz des Ventilsitzkörpers 29 festgelegt, während sich die andere Endstellung der Ventilnadel 19 bei erregter Magnetspule 1 durch die Anlage des Ankers 27 am Kernende 9 ergibt. Dieser erfindungsgemäße Anschlagbereich ist mit einem Kreis näher gekennzeichnet und in Figur 2 mit geändertem Maßstab nochmals dargestellt.

Eine in eine konzentrisch zur Ventillängsachse 10 verlaufende Strömungsbohrung 46 des Kerns 2 eingeschobene Einstellhülse 48 dient zur Einstellung der Federvorspannung

WO 00/06893

PCT/DE99/01286

- 6 -

der an der Einstellhülse 48 anliegenden Rückstellfeder 25, die sich wiederum mit ihrer gegenüberliegenden Seite an der Ventilnadel 19 abstützt.

5 Das Einspritzventil ist weitgehend mit einer Kunststoffumspritzung 50 umschlossen, die sich vom Kern 2 ausgehend in axialer Richtung über die Magnetspule 1 bis zum Ventilsitzträger 12 erstreckt. Zu dieser Kunststoffumspritzung 50 gehört beispielsweise ein  
10 mitangespritzter elektrischer Anschlußstecker 52.

Ein Brennstofffilter 61 ragt in die Strömungsbohrung 46 des Kerns 2 an dessen zulaufseitigem Ende hinein und sorgt für die Herausfiltrierung solcher Brennstoffbestandteile, die  
15 aufgrund ihrer Größe im Einspritzventil Verstopfungen oder Beschädigungen verursachen könnten.

Erfindungsgemäß ist eine der beiden sich gegenüberliegenden Stirnflächen des Kerns 2 bzw. des Ankers 27 im  
20 Anschlagbereich sphärisch, insbesondere kuglig, kugelabschnittförmig bzw. kugelkalottenabschnittförmig gewölbt, wobei durch die ringförmige Ausbildung von Kern 2 und Anker 27 letztlich eine Stirnfläche einen ringförmigen Kugelabschnitt bildet. Mit einer Strich-Punkt-Linie 70 ist  
25 in Figur 1 ein Radius als Kreisabschnitt dargestellt, um diese konvexe Wölbung zu verdeutlichen. In idealer Weise liegt der Mittelpunkt 71 einer mit dem Radius R (Figur 2) versehenen (gedachten) Kugel im Mittelpunkt des kugelförmigen Ventilschließkörpers 21, also an der Stelle,  
30 an der die Ventillängsachse 10 die Ebene des Kugeläquators des Ventilschließkörpers 21 durchstößt.

In der Figur 2 ist der in Figur 1 mit einem Kreis gekennzeichnete Anschlagbereich nochmals vergrößert  
35 dargestellt. Die dem Kern 2 zugewandte obere Stirnfläche 73 des Ankers 27 ist dabei mit einem konstanten Radius

WO 00/06893

PCT/DE99/01286

- 7 -

kugelförmig, konvex gewölbt ausgeformt. Hingegen ist die dem Anker 27 zugewandte untere Stirnfläche 74 des Kerns 2 eben und schräg geneigt zur Ventillängsachse 10 ausgeführt. Die Neigung der Stirnfläche 74 ist dabei so gewählt, daß die

5 Stirnfläche 74 an einem gewünschten Berührungspunkt 75 des Ankers 27 (nur die Zeichnungsebene betrachtet) bzw. an einer gewünschten ringförmigen Berührungslinie 75 des Ankers 27 (als reales dreidimensionales Bauteil betrachtet) tangential zur Kugeloberfläche verläuft. Wie bereits vorhergehend

10 beschrieben, liegt der Mittelpunkt 71 einer mit dem Radius R versehenen (gedachten) Kugel für die zu bildende kugelabschnittförmige Stirnfläche 73 des Ankers 27 in vorteilhafter Weise im Mittelpunkt des kugelförmigen Ventilschließkörpers 21. Mit dieser erfindungsgemäßen

15 Ausbildung des Anschlagbereichs wird eine gute hydraulische Anschlagdämpfung erzielt, da durch den relativ großen Radius R (für das in Figur 1 dargestellte Ventil beträgt R ca. 24 mm) enge Quetschspalte von  $< 10 \mu\text{m}$  gebildet sind.

20 Neben dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ist es jedoch auch möglich, den Mittelpunkt 71 für die (gedachte) Kugel zur Erzielung der kugelabschnittförmigen Stirnfläche 73 des Ankers 27 auf der Ventillängsachse 10 in beide Richtungen zu verschieben, so daß die

25 kugelabschnittförmige Stirnfläche 73 einen kleineren oder größeren Radius aufweist als den Radius R gemäß Figur 2. In vorteilhafter Weise sollte der Drehmittelpunkt aber auf der Ventillängsachse 10 liegen, um eine einheitliche Wölbung der Stirnfläche 73 über ihre gesamte Ringerstreckung zu

30 erreichen.

In den Figuren 3 und 4 sind zwei weitere Beispiele von erfindungsgemäß ausgebildeten Anschlagbereichen dargestellt. Dabei sind bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 3 nur die

35 Stirnflächen 73, 74 vertauscht gegenüber der Anordnung nach Figur 2 ausgeführt. Die untere Stirnfläche 74 des Kerns 2

WO 00/06893

PCT/DE99/01286

- 8 -

ist also kugelabschnittförmig gewölbt ausgebildet, während die obere Stirnfläche 73 des Ankers 27 eben und schräg geneigt zur Ventillängsachse 10 verläuft. Der Mittelpunkt 71 der (gedachten) Kugel liegt hierbei weit oberhalb des Kernendes 9 auf der Ventillängsachse 10.

Figur 4 zeigt ein fertigungstechnisch eher schwieriger herzustellendes Beispiel, bei dem nicht nur ein Mittelpunkt 71 einer (gedachten) Kugel zur Herstellung der gewölbten kugelabschnittförmigen Stirnfläche 73 des Ankers 27 existiert. Vielmehr liegt eine Vielzahl von Drehpunkten abseits der Ventillängsachse 10 und sogar außerhalb des Umfangs des Ankers 27, um eine gleichmäßige Wölbung über die gesamte Stirnfläche 73 in Umfangsrichtung zu erzielen.

Alle Ausführungsbeispiele besitzen den Vorteil einer verbesserten Dauerlaufbeständigkeit, da der Anschlag (Berührungslinie 75) in der Flächenmitte ist und nicht an den beschädigungsgefährdeten Kanten.

Auf die Stirnflächen 73, 74 werden beispielsweise noch dünne metallische Schichten, z.B. Chrom- oder Nickelschichten, mittels Galvanisieren aufgebracht. Diese Schichten sind besonders verschleißfest und reduzieren ein hydraulisches Kleben der anschlagenden Flächen.

Außerdem können die Stirnflächen 73, 74 zumindest teilweise im mittleren Bereich durch eine Behandlung der Oberfläche mittels eines Härteverfahrens verschleißfest gemacht werden. Als Härteverfahren sind hierzu z.B. die bekannten Nitrierverfahren, wie Plasmanitrieren oder Gasnitrieren, oder Carburieren geeignet. Durch den Einsatz von Härteverfahren, durch die die Oberflächenstruktur am Anker 27 und/oder Kern 2 verändert wird, kann sogar ganz auf Verfahren zur unmittelbaren Beschichtung verzichtet werden.

WO 00/06893

PCT/DE99/01286

- 9 -

5

10

## Ansprüche

1. Elektromagnetisch betätigbares Ventil, insbesondere Brennstoffeinspritzventil für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, mit einer Ventillängsachse, mit einem  
15 eine Stirnfläche aufweisenden Kern aus ferromagnetischem Material, mit einer Magnetspule und mit einem eine Stirnfläche aufweisenden Anker, der ein mit einem festen Ventilsitz zusammenwirkenden Ventilschließkörper betätigt  
20 und bei erregter Magnetspule gegen die als Anschlag dienende Stirnfläche des Kerns gezogen wird, dadurch gekennzeichnet, daß eine der beiden Stirnflächen (73, 74) der Bauteile Anker (27) und Kern (2), die jeweils zu dem anderen gegenüberliegenden Bauteil gerichtet sind, eine sphärisch  
25 gewölbte Kontur besitzt, die sich ringförmig konstant in Umfangsrichtung erstreckt.

2. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Kern (2) zugewandte Stirnfläche (73) des Ankers (27)  
30 kugelabschnittförmig ausgeformt ist und die gegenüberliegende Stirnfläche (74) des Kerns (2) eben und schräg geneigt zur Ventillängsachse (10) verläuft.

3. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Anker (27) zugewandte Stirnfläche (74) des Kerns (2)  
35 kugelabschnittförmig ausgeformt ist und die

WO 00/06893

PCT/DE99/01286

- 10 -

gegenüberliegende Stirnfläche (73) des Ankers (27) eben und schräg geneigt zur Ventillängsachse (10) verläuft.

5 4. Ventil nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die kugelabschnittförmig ausgeformte Stirnfläche (73, 74) eine ringförmige Berührungslinie (75) aufweist und die gegenüberliegende Stirnfläche (73, 74) im Berührungszustand tangential zu dieser Berührungslinie (75) verläuft.

10 5. Ventil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die kugelabschnittförmige Kontur der Stirnfläche (73, 74) einen konstanten Radius R hat.

15 6. Ventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein Mittelpunkt (71) zur Bildung der kugelabschnittförmigen Kontur der Stirnfläche (73, 74) mit dem Abstand des Radius R auf der Ventillängsachse (10) liegt.

20 7. Ventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Anker (27) mit einer entlang der Ventillängsachse (10) axial bewegbaren Ventilnadel (19) fest verbunden ist, an deren gegenüberliegenden Ende der Ventilschließkörper (21) angeordnet ist, wobei der Ventilschließkörper (21) kugelförmig ausgeformt ist, und der Mittelpunkt (71) zur  
25 Bildung der kugelabschnittförmigen Kontur der Stirnfläche (73) mit dem Abstand des Radius R im Mittelpunkt des Ventilschließkörpers (21) liegt.

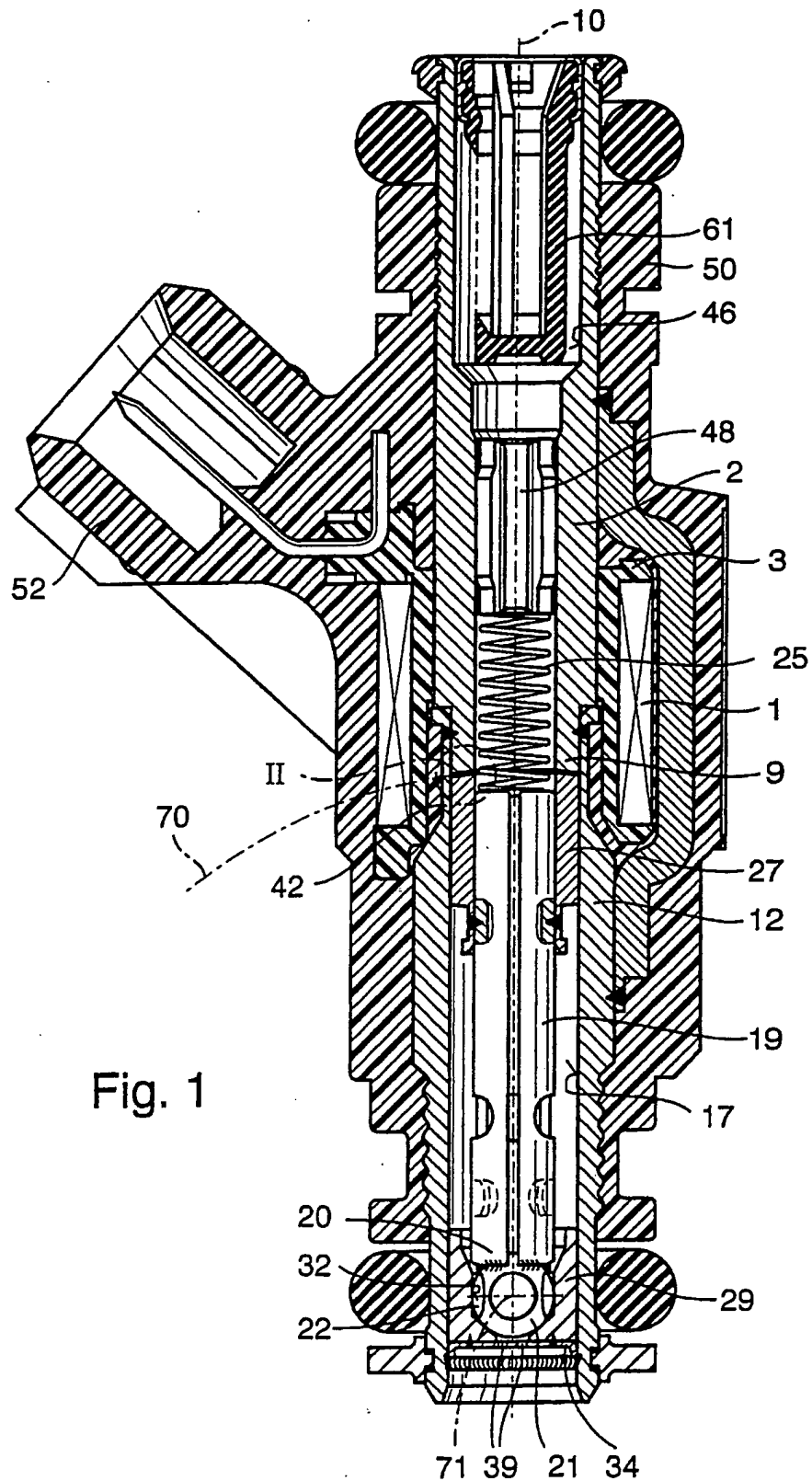
30 8. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Kern (2) und/oder Anker (27) im Bereich der Stirnfläche (73, 74) beschichtet sind.

35 9. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Kern (2) und/oder Anker (27) im Bereich der Stirnfläche (73, 74) mittels eines Härteverfahrens behandelt sind.

WO 00/06893

PCT/DE99/01286

1/3



WO 00/06893

PCT/DE99/01286

2/3

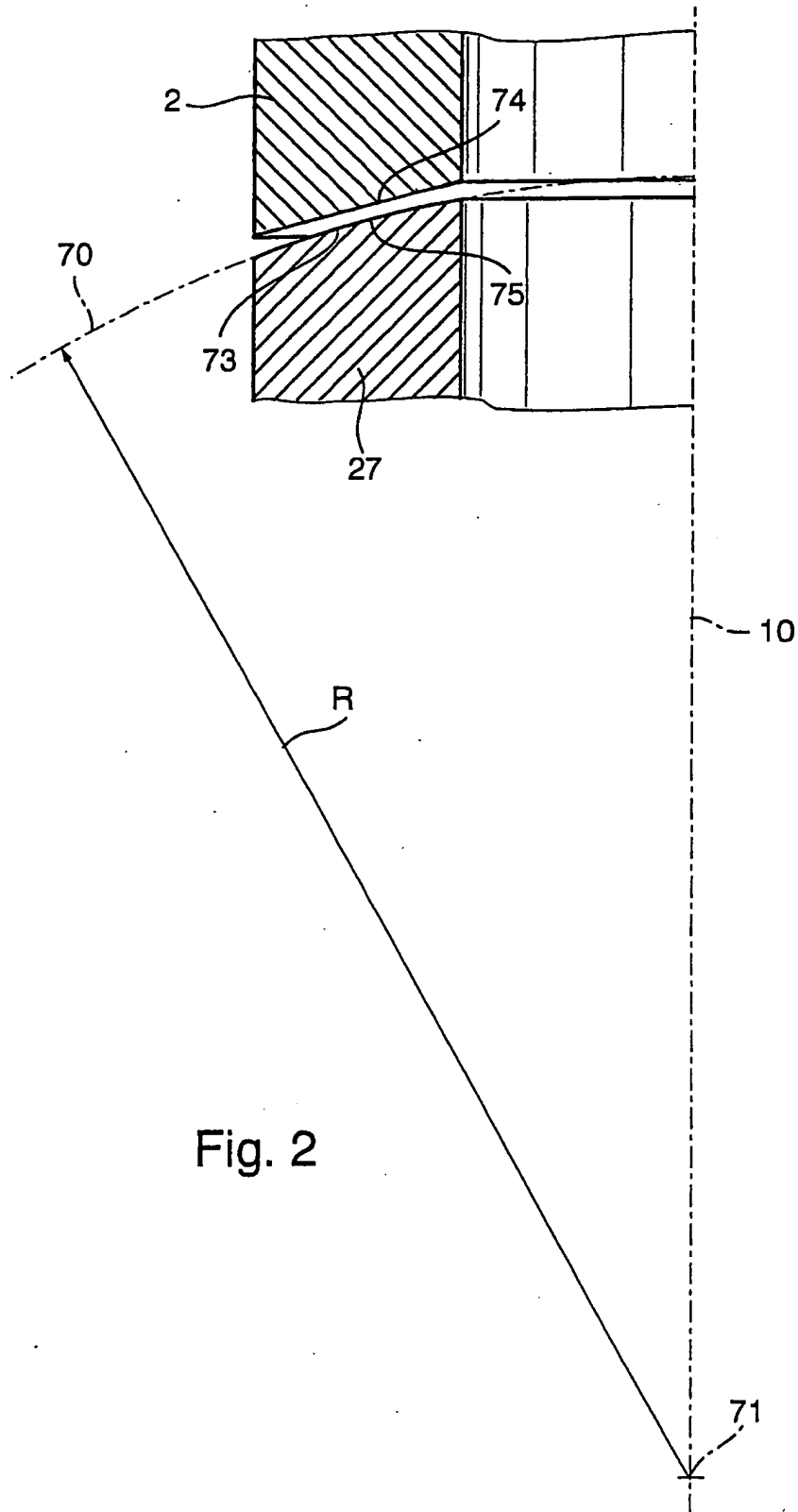


Fig. 2

WO 00/06893

PCT/DE99/01286

3/3

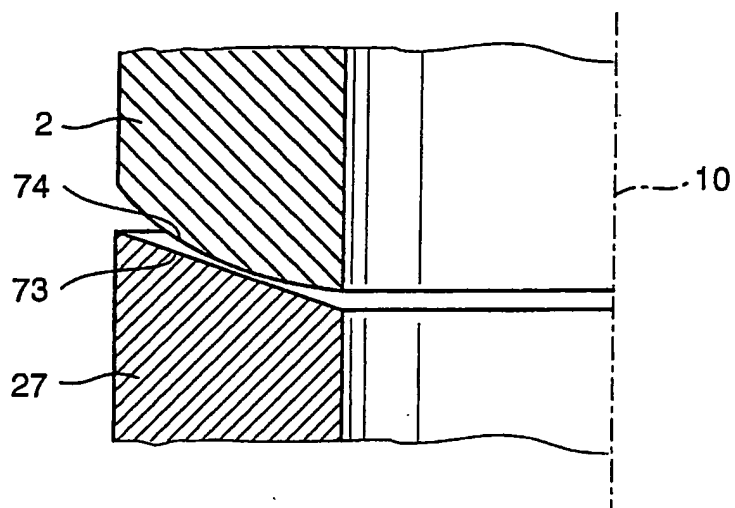


Fig. 3

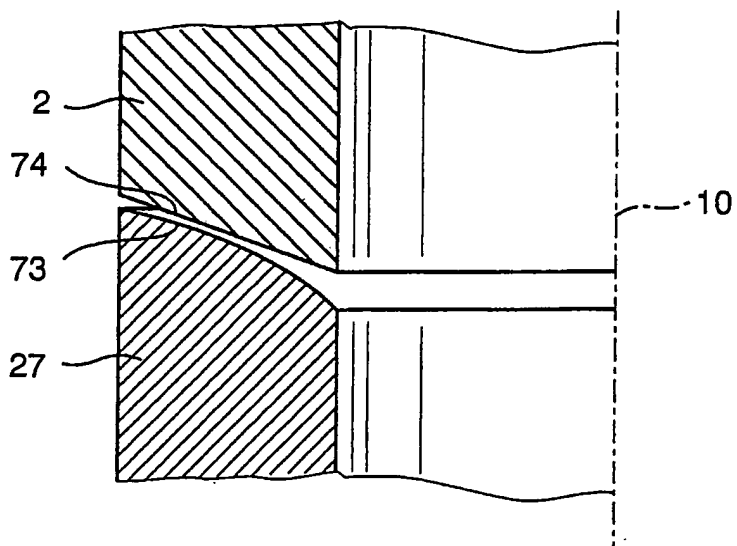


Fig. 4

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PC1/DE 99/01286

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 F02M51/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 009 388 A (LEDEX INC) 2 April 1980 (1980-04-02) page 5, line 30 -page 7, line 18; figures 3,10 ---	1
A	US 4 423 843 A (PALMA JAMES D) 3 January 1984 (1984-01-03) column 6, line 32 -column 7, line 18; figures ---	1,3
A	US 4 264 040 A (SAITO MASAOKI) 28 April 1981 (1981-04-28) column 3, line 5 - line 31; figures 1,2 ---	1,2,4,5
A	US 4 666 087 A (JAGGLE GUNTHER ET AL) 19 May 1987 (1987-05-19) column 2, line 59 -column 3, line 15; figure 1 ---	1,5,6
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 October 1999

Date of mailing of the international search report

13/10/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Torle, E

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intr      tional Application No  
PCI/DE 99/01286

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 786 030 A (GREINER MAX ET AL) 22 November 1988 (1988-11-22) figure 1 ---	1
A	GB 2 196 181 A (MESENICH GERHARD) 20 April 1988 (1988-04-20) page 2, line 99 - line 112 page 6, line 86 - line 87 page 12, line 82 - line 117; figures 1,3B,3C ---	1,8,9
A	DE 44 21 935 A (BOSCH GMBH ROBERT) 14 June 1995 (1995-06-14) cited in the application abstract; figures -----	1,8

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/DE 99/01286

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0009388 A	02-04-1980	US 4217567 A CA 1113993 A DE 2953568 A FR 2457550 A JP 55041797 A	12-08-1980 08-12-1981 06-08-1981 19-12-1980 24-03-1980
US 4423843 A	03-01-1984	US 4405912 A DE 3301501 A DE 3301502 A JP 1623334 C JP 2047595 B JP 58133469 A US 4423841 A	20-09-1983 04-08-1983 04-08-1983 25-10-1991 22-10-1990 09-08-1983 03-01-1984
US 4264040 A	28-04-1981	JP 55010016 A EP 0007724 A	24-01-1980 06-02-1980
US 4666087 A	19-05-1987	DE 3328467 A AU 561868 B AU 2940584 A BR 8403880 A FR 2550278 A GB 2144827 A,B JP 1764780 C JP 4057870 B JP 60044672 A	21-02-1985 21-05-1987 07-02-1985 09-07-1985 08-02-1985 13-03-1985 28-05-1993 14-09-1992 09-03-1985
US 4786030 A	22-11-1988	DE 3641469 A JP 63154856 A	16-06-1988 28-06-1988
GB 2196181 A	20-04-1988	DE 3408012 A CA 1257517 A FR 2560644 A FR 2569238 A FR 2569241 A FR 2569240 A FR 2569239 A GB 2155693 A,B GB 2196182 A GB 2199370 A GB 2204998 A,B IT 1183470 B JP 60209664 A US 4984549 A US 5088467 A	05-09-1985 18-07-1989 06-09-1985 21-02-1986 21-02-1986 21-02-1986 21-02-1986 25-09-1985 20-04-1988 06-07-1988 23-11-1988 22-10-1987 22-10-1985 15-01-1991 18-02-1992
DE 4421935 A	14-06-1995	BR 9406079 A CN 1116871 A CZ 9501977 A WO 9516126 A DE 59406220 D EP 0683862 A ES 2118531 T JP 8506877 T US 5732888 A BR 9406081 A CN 1116870 A CZ 9501980 A	16-01-1996 14-02-1996 15-05-1996 15-06-1995 16-07-1998 29-11-1995 16-09-1998 23-07-1996 31-03-1998 06-02-1996 14-02-1996 15-05-1996

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/DE 99/01286

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4421935 A		DE 4421947 A	14-06-1995
		WO 9516125 A	15-06-1995
		DE 59405392 D	09-04-1998
		EP 0683861 A	29-11-1995
		ES 2113722 T	01-05-1998
		JP 8506876 T	23-07-1996

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PC1/DE 99/01286

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F02M51/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 009 388 A (LEDEX INC) 2. April 1980 (1980-04-02) Seite 5, Zeile 30 -Seite 7, Zeile 18; Abbildungen 3,10	1
A	US 4 423 843 A (PALMA JAMES D) 3. Januar 1984 (1984-01-03) Spalte 6, Zeile 32 -Spalte 7, Zeile 18; Abbildungen	1,3
A	US 4 264 040 A (SAITO MASAOKI) 28. April 1981 (1981-04-28) Spalte 3, Zeile 5 - Zeile 31; Abbildungen 1,2	1,2,4,5
	--- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6. Oktober 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

13/10/1999

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Beauftragter

Torle, E

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCI/DE 99/01286

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 666 087 A (JAGGLE GUNTHER ET AL) 19. Mai 1987 (1987-05-19) Spalte 2, Zeile 59 - Spalte 3, Zeile 15; Abbildung 1 ----	1,5,6
A	US 4 786 030 A (GREINER MAX ET AL) 22. November 1988 (1988-11-22) Abbildung 1 ----	1
A	GB 2 196 181 A (MESENICH GERHARD) 20. April 1988 (1988-04-20) Seite 2, Zeile 99 - Zeile 112 Seite 6, Zeile 86 - Zeile 87 Seite 12, Zeile 82 - Zeile 117; Abbildungen 1,3B,3C ----	1,8,9
A	DE 44 21 935 A (BOSCH GMBH ROBERT) 14. Juni 1995 (1995-06-14) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildungen -----	1,8

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/01286

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0009388 A	02-04-1980	US 4217567 A	12-08-1980
		CA 1113993 A	08-12-1981
		DE 2953568 A	06-08-1981
		FR 2457550 A	19-12-1980
		JP 55041797 A	24-03-1980
US 4423843 A	03-01-1984	US 4405912 A	20-09-1983
		DE 3301501 A	04-08-1983
		DE 3301502 A	04-08-1983
		JP 1623334 C	25-10-1991
		JP 2047595 B	22-10-1990
		JP 58133469 A	09-08-1983
		US 4423841 A	03-01-1984
US 4264040 A	28-04-1981	JP 55010016 A	24-01-1980
		EP 0007724 A	06-02-1980
US 4666087 A	19-05-1987	DE 3328467 A	21-02-1985
		AU 561868 B	21-05-1987
		AU 2940584 A	07-02-1985
		BR 8403880 A	09-07-1985
		FR 2550278 A	08-02-1985
		GB 2144827 A,B	13-03-1985
		JP 1764780 C	28-05-1993
		JP 4057870 B	14-09-1992
		JP 60044672 A	09-03-1985
US 4786030 A	22-11-1988	DE 3641469 A	16-06-1988
		JP 63154856 A	28-06-1988
GB 2196181 A	20-04-1988	DE 3408012 A	05-09-1985
		CA 1257517 A	18-07-1989
		FR 2560644 A	06-09-1985
		FR 2569238 A	21-02-1986
		FR 2569241 A	21-02-1986
		FR 2569240 A	21-02-1986
		FR 2569239 A	21-02-1986
		GB 2155693 A,B	25-09-1985
		GB 2196182 A	20-04-1988
		GB 2199370 A	06-07-1988
		GB 2204998 A,B	23-11-1988
		IT 1183470 B	22-10-1987
		JP 60209664 A	22-10-1985
		US 4984549 A	15-01-1991
		US 5088467 A	18-02-1992
DE 4421935 A	14-06-1995	BR 9406079 A	16-01-1996
		CN 1116871 A	14-02-1996
		CZ 9501977 A	15-05-1996
		WO 9516126 A	15-06-1995
		DE 59406220 D	16-07-1998
		EP 0683862 A	29-11-1995
		ES 2118531 T	16-09-1998
		JP 8506877 T	23-07-1996
		US 5732888 A	31-03-1998
		BR 9406081 A	06-02-1996
		CN 1116870 A	14-02-1996
		CZ 9501980 A	15-05-1996

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/01286

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4421935 A		DE 4421947 A	14-06-1995
		WO 9516125 A	15-06-1995
		DE 59405392 D	09-04-1998
		EP 0683861 A	29-11-1995
		ES 2113722 T	01-05-1998
		JP 8506876 T	23-07-1996